

Розробка композиційних покриттів для медичних імплантатів

Старіков.В.В.

Україна, Харків, вул. Фрунзе, 21, НТУ «ХП»

Підвищенню адгезійної міцності біологічно сумісних покриттів на основі гідроксиапатиту $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (ГА) на металевих медичних імплантатах в останні роки приділяється особлива увага. Відомо, що найкраща адгезійна міцність досягається у випадку формування на міжфазній межі перехідних шарів оксидів і карбідів тугоплавких металів.

Метою роботи було дослідження рельєфу поверхні й механічних властивостей плівок ГА, отриманих методом високочастотного магнетронного розпилення, на поверхні Nb і гетероструктури Nb-Nb₂O₅.

Встановлено, що формування шару Nb₂O₅ з інтегральною товщиною 0,1 мкм на пластині Nb методом анодного окислення приводило до розвитку рельєфу вихідної поверхні (середня шорсткість поверхні Nb становила 12 нм, гетероструктури Nb-Nb₂O₅(0,1 мкм) – 30 нм). Збільшення інтегральної товщини оксиду до 0,2 мкм приводило до формування більш гладкого однорідного рельєфу поверхні із шорсткістю 8 нм.

Наявність на поверхні ніобію його вищого оксиду не впливало на формування кристалічної структури плівок ГА. Рельєф поверхні плівок ГА на пластинах Nb відповідав рельєфу плівок з високою відкритою пористістю вільної поверхні. Твердість плівок ГА на поверхні гетероструктури Nb-Nb₂O₅ становила 10,5 ГПа й не залежала від навантаження в діапазоні 1,0 до 2,0 мН, що було ознакою компактної структури.

Встановлено, що плівки ГА товщиною 1,0 - 3,0 мкм, отримані методом магнетронного розпилення, мали такі характеристики: коефіцієнт термічного розширення $\alpha_{ГА} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$; модуль пружності $E_{ГА} = 120 \text{ ГПа}$; адгезійна міцність гідроксиапатитного покриття на оксиді Nb₂O₅ не гірше ніж 0,45 кг/мм²; щільність 2,9 г/см³.

Розрахунок величини механічних напружень, які виникали в металооксидній підкладці при нанесенні плівок ГА, проводився за формулами Стоуні, враховуючи величину вигину підкладки. При розрахунках ми нехтували товщиною оксидної плівки, оскільки вона була на порядок менше товщини металічної підкладки і плівки ГА, і, крім того, наносилась на обидві сторони підкладки, що компенсувало її вплив. Встановлено, що величина напружень лежала в інтервалі від 2,37 до 5,95 МПа. В роботі була досліджена релаксація механічних напруг в системі Nb/Nb₂O₅/ГА в залежності як від температури, так і від часу відпау.